

2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-288705

(43)Date of publication of application : 10.10.2003

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2002-091529

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 28.03.2002

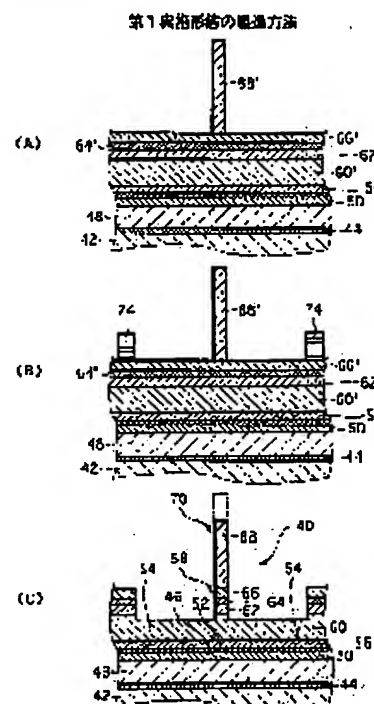
(72)Inventor : NISHIKAWA KIYOSHI

(54) METHOD FOR MANUFACTURING THIN-FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a thin-film magnetic head, by which the dimensional control of the magnetic pole core width to the submicron order is possible.

SOLUTION: The method of manufacturing the thin film magnetic head including an MR head formed on a substrate and an inductive thin-film head formed on the MR head stacks a lower magnetic pole layer to be used as the upper shield of the MR head on the MR head, stacks a first high-saturation magnetic flux density material layer on the lower magnetic pole layer, stacks a recording gap layer on the first high-saturation magnetic flux density material layer, stacks a second high-saturation magnetic flux density material layer on the recording gap layer, and forms an upper magnetic pole whose magnetic pole end part has a prescribed width on the second high-saturation magnetic flux density material layer. Then, by using the upper magnetic pole as a mask, while keeping the temperature of the substrate to be at 130°C to 200°C, reactive ion etching is performed with a mixed gas of chlorinated gas and an inert gas as etching gas for partially trimming the first and second high-saturation magnetic flux density material layers, the recording gap layer and the lower magnetic pole layer, to form a magnetic pole core which has a prescribed width.



LEGAL STATUS

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the magnetic-reluctance (MR) head formed on the substrate, and the inductive thin film head formed on this MR head. The lower magnetic pole layer which makes up shielding of said MR head serve a double purpose is deposited on this MR head. Deposit the 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said lower magnetic pole layer, and a record gap layer is deposited on said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. Deposit the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said record gap layer, and the pole tip section forms the up magnetic pole of predetermined width of face on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The mixed gas of chlorine-based gas and inert gas is made into etching gas, using said up magnetic pole as a mask, holding said substrate temperature at 130 degrees C - 200 degrees C. By reactive ion etching The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including each step which trims a part of said 1st and 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer, said record gap layer, and said lower magnetic pole layer, and forms the magnetic pole core which has said predetermined width of face.

[Claim 2] It is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the magnetic-reluctance (MR) head formed on the substrate, and the inductive thin film head formed on this MR head. The lower magnetic pole layer which makes up shielding of said MR head serve a double purpose is deposited on this MR head. Deposit the 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said lower magnetic pole layer, and a record gap layer is deposited on said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The pole tip section forms the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer of predetermined width of face on said record gap layer. The pole tip section forms the up magnetic pole of said predetermined width of face on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The mixed gas of chlorine-based gas and inert gas is made into etching gas, using said up magnetic pole as a mask, holding said substrate temperature at 130 degrees C - 200 degrees C. By reactive ion etching The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including each step which trims a part of said record gap layer, said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer, and said lower magnetic pole layer, and forms the magnetic pole core which has said predetermined width of face.

[Claim 3] Said 1st and 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 1 or 2 formed from the ingredient chosen from the group which consists of FeN, FeAlO, CoNiFe, and CoFe.

[Claim 4] Said chlorine-based gas is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 1 or 2 chosen from the group which consists of Cl₂, BCl₃, SiCl₄, HCl, CCl₄, and HBr.

[Claim 5] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 1 which contains further the step which forms the oxide layer of the predetermined thickness of the ingredient chosen from the group which consists of Si, aluminum, Ti, and Ta on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer corresponding to an etching unnecessary field.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the thin film magnetic head of having a magnetic-reluctance (MR) head and an inductive thin film head.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, as for the hard disk drive unit, improvement in the record engine performance of the thin film magnetic head is called for with improvement in surface recording density. The compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the recording head (inductive head) which has an induction type MAG sensing element for writing, and the reproducing head (MR head) which has a magnetic resistance element for read-out (MR component) as the thin film magnetic head is used widely.

[0003] In order to attain high recording density using the compound-die thin film magnetic head, it is necessary to increase the amount of data (surface density) recorded on per unit area of a magnetic disk, and this surface density is greatly influenced by the record capacity of a write-in component.

[0004] Although the improvement in surface density is realizable by making it small, the gap length, i.e., vertical magnetic pole spacing, of a recording head, since gap length's contraction-ization causes the fall of magnetic-flux reinforcement, there is a limitation naturally.

[0005] Moreover, it is increasing the number of data tracks recordable on a magnetic disk as another approach of raising recording density. Usually, the number of data tracks recordable on this magnetic disk is expressed as a TPI (track per inch).

[0006] The TPI capacity in a write-in head can be heightened by making small magnetic pole core width of face of the recording head which determines the width of face of data tracks. It is becoming impossible recently, to disregard the record blot by the magnetic flux which this magnetic pole core width of face has come to be minimum-ized like submicron order, and is generated between vertical magnetic poles leaking crosswise [of an up magnetic pole / core].

[0007] Drawing 1 shows the ABS (air bearing front face) end view of the conventional compound-die thin film magnetic head 2. On the conductive substrate 4 which consists of alumina-titanium carbide (aluminum₂O₃-TiC), the under coat layer 6 which consists of an alumina (aluminum 2O₃) is formed.

[0008] MR head (reproducing head) 8 is formed on the substrate 4. MR head 8 The lower shielding layer 10 which consists of the soft magnetic materials formed on the under coat layer 6 of a substrate 4, The conductive electrode layer 16 connected to the both sides of the lower half gap layer 12 which consists of the non-magnetic material of aluminum₂O₃ grade, the magnetic resistance element (MR component) 14 from which an electric resistance value changes according to external magnetic field reinforcement, and the MR component 14, the up half gap layer 18 which consists of a non-magnetic material, It is constituted by carrying out sequential formation of the up shielding layer 22 which consists of a soft magnetic material by sputtering etc.

[0009] On MR head 8, the laminating of the recording head (inductive thin film head) 20 is carried out. A recording head 20 carries out sequential formation of the lower magnetic pole layer 22 which consists of the soft magnetic materials which make the up shielding layer of MR head 8 serve a double purpose, the lower quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 24, the record gap layer 26, the up quantity

saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 28, and the up magnetic pole 30 that consists of soft magnetic materials, and is constituted. Although not illustrated between the lower magnetic pole layer 22 and the up magnetic pole 30, the thin film coil is embedded.

[0010] By the manufacture approach of the conventional compound-die thin film magnetic head, an up magnetic pole is used as a mask and the magnetic pole core width of face of a request of a recording head 20 is formed with the trimming by ion beam milling, or the trimming by FIB (FOKASUTO ion beam) processing.

[0011] With reference to drawing 2 (A) - drawing 2 (C), the manufacture approach of the conventional recording head indicated by JP,7-262519,A is explained.

[0012] As shown in drawing 2 (A), lower magnetic pole layer 22', lower quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 24', record gap layer 26', and up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 28' are formed by sputtering etc. one by one. And a photolithography technique is used and up magnetic pole layer 30' is formed in up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 28' up.

[0013] drawing 2 -- (-- B --) -- being shown -- as -- the upper part -- a magnetic pole -- a layer -- 30 -- ' -- a mask -- ** -- carrying out -- a perpendicular -- from -- about -- 30 -- degree -- an include angle -- the upper part -- quantity -- saturation magnetic flux density -- an ingredient -- a layer -- 28 -- ' -- record -- a gap -- a layer -- 26 -- ' -- the lower part -- quantity -- saturation magnetic flux density -- an ingredient -- a layer -- 24 -- ' -- and -- the lower part -- a magnetic pole -- a layer -- 22 -- ' -- a part -- Ar -- ion -- depending -- an ion beam -- milling -- carrying out -- the lower part -- a magnetic pole -- 22 -- the upper part -- a side face -- the upper part -- a magnetic pole -- 30 -- both sides -- a field -- aligning -- as -- trimming -- desired magnetic pole core width of face -- forming -- .

[0014] If ion beam milling is continued, since the reattachment 32 of a milling product will arise on side faces, such as up magnetic pole layer 30', the include angle of an ion beam is changed into about 70 degrees from a perpendicular, and he performs milling, and is trying to remove the reattachment object 32, as shown in drawing 2 (C).

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is accelerated by electric field and the manufacture approach by ion beam milling irradiates Ar ion which it converged on a substrate front face, and since [which removes the part which is not covered with the sputtering operation with a mask] it is a physical approach purely, if it is the matter with a certain amount of spatter yield, it can etch almost all matter.

[0016] However, since the etching configuration by this approach becomes a form reflecting the incident angle of an ion beam, a high anisotropy is not shown theoretically. Therefore, in order to perform trimming for an up magnetic pole at right angles to a mask, the different direction-configuration has been acquired by performing milling, leaning a substrate normal to an ion beam.

[0017] By the trimming approach by ion beam milling, since up magnetic pole layer 30' achieves the function as a mask, the irradiation time of an ion beam will take for increasing, and the thickness of up magnetic pole layer 30' will decrease sharply.

[0018] That is, in order to acquire a desired magnetic pole configuration, reduction of the thickness of up magnetic pole layer 30' by ion beam milling must be expected, and up magnetic pole layer 30' must be formed.

[0019] Therefore, in order to write in and to fully secure capacity, it is necessary to expect the thickness decrement of the trimming by ion beam milling, and to form greatly the thickness of up magnetic pole layer 30' beforehand by the conventional manufacture approach.

[0020] This needs to form sharply the resist height at the time of plating up magnetic pole layer 30' using a photolithography technique highly, and causes the fall of the dimensional accuracy of the magnetic pole core width of face of submicron order.

[0021] Moreover, since an ion beam carries out incidence aslant in the case of the trimming by ion beam milling, the shadow effectiveness that an ion beam is covered with the level difference of the insulator layer which exists in up magnetic pole 30 back, York, etc. is produced.

[0022] Consequently, magnetic pole width of face will become narrow as are shown in drawing 3 and it goes at the tip of the pole tip section (throat part) 34. That is, magnetic pole width of face changes along the throat height direction. The sign 36 shows 0 throat level.

[0023] If magnetic pole core width of face is changed in the throat height direction, in an ion milling processing process, according to the amount of polishes, magnetic pole core width of face will be changed, and the yield of manufacture will be reduced sharply.

[0024] Furthermore, if magnetic pole core width of face becomes submicron order, from the difference in the milling rate of the ingredient of ingredient [of record gap layer 26'], upper part, and lower quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 28', and 24', as the sign 38 of drawing 4 shows, the vena contracta appears in a bottom part notably, the fault from which sufficient recording characteristic is no longer acquired will be produced, and the yield will be worsened again.

[0025] Moreover, by the conventional trimming approach by ion milling, since top-face 22a of the lower magnetic pole 22 does not become level, but the lower magnetic pole 22 serves as a taper configuration as shown in drawing 4 , there is a problem that the leakage field from the about 34 pole tip section lower magnetic pole 22 tends to become a noise at the time of data logging.

[0026] Other conventional approaches that FIB processing performs trimming of a magnetic pole have the problem that productivity will fall very much in order to have to trim each component, respectively.

[0027] Therefore, the purpose of this invention is offering the manufacture approach of the thin film magnetic head which can shorten the time amount which enables dimension control of the magnetic pole core width of face of submicron order, and etching of a magnetic pole takes.

[0028]

[Means for Solving the Problem] According to one side face of this invention, it is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the magnetic-reluctance (MR) head formed on the substrate, and the inductive thin film head formed on this MR head. The lower magnetic pole layer which makes up shielding of said MR head serve a double purpose is deposited on this MR head. Deposit the 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said lower magnetic pole layer, and a record gap layer is deposited on said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. Deposit the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said record gap layer, and the pole tip section forms the up magnetic pole of predetermined width of face on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The mixed gas of chlorine-based gas and inert gas is made into etching gas, using said up magnetic pole as a mask, holding said substrate temperature at 130 degrees C - 200 degrees C. By reactive ion etching A part of said 1st and 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer, said record gap layer, and said lower magnetic pole layer are trimmed, and the manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including each step which forms the magnetic pole core which has said predetermined width of face is offered.

[0029] Preferably, the manufacture approach of the thin film magnetic head contains the step which forms the oxide layer of the predetermined thickness of the ingredient further chosen from the group which consists of Si, aluminum, Ti, and Ta on the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer corresponding to an etching unnecessary field.

[0030] Preferably, the 1st and 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer is formed from the ingredient chosen from the group which consists of FeN, FeAlO, CoNiFe, and CoFe. Preferably, chlorine-based gas is chosen from the group which consists of Cl₂, BCl₃, SiCl₄, HCl, CCl₄, and HBr.

[0031] desirable -- an up magnetic pole -- nickel simple substance and nickel -- 20 - 80wt% -- the included nickel-Fe alloy or nickel -- 20 - 80wt% -- it is formed from the included nickel-Co-Fe alloy. An up magnetic pole is formed of plating.

[0032] According to other side faces of this invention, it is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the magnetic-reluctance (MR) head formed on the substrate, and the inductive thin film head formed on this MR head. The lower magnetic pole layer which makes up shielding of said MR head serve a double purpose is deposited on this MR head. Deposit the 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said lower magnetic pole layer, and a record gap layer is deposited on said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The pole tip section forms the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer of predetermined width of face on said record gap layer. The pole tip section forms the up magnetic pole of said predetermined width of face on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The mixed gas of chlorine-based gas and inert gas is made into etching gas, using said up magnetic pole as a mask, holding said substrate

temperature at 130 degrees C - 200 degrees C. By reactive ion etching A part of said record gap layer, said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer, and said lower magnetic pole layer are trimmed, and the manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including each step which forms the magnetic pole core which has said predetermined width of face is offered.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Reference of drawing 5 shows the outline perspective view of the compound-die thin film magnetic head 40 concerning this invention operation gestalt. Drawing 6 shows an operation gestalt sectional view, and drawing 7 shows, the 7 direction perspective view, i.e., the ABS end view, of drawing 6.

[0034] On the conductive substrate 42 which consists of alumina-titanium carbide (aluminum₂O₃-TiC), the laminating of the insulating under coat layer 44 which consists of an alumina (aluminum 2O₃) is carried out.

[0035] MR head (reproducing head) 46 is formed on the substrate 42 which has the insulating under coat layer 44. MR head 46 is constituted by carrying out sequential formation of the conductive electrode layer 54 by which connecting arrangement was carried out to the both sides of the lower shielding layer 48 which consists of soft magnetic materials on a substrate 42, the lower half gap layer 50 which consists of a non-magnetic material, the magnetic resistance element (MR component) 52 from which an electric resistance value changes according to an external magnetic field, and the MR component 50, the up half gap layer 56 which consists of a non-magnetic material, and the up shielding layer 60 which consists of a soft magnetic material by sputtering.

[0036] A nickel-Fe alloy (permalloy), a Fe-aluminum-Si alloy, or Co system amorphous alloy can be used for the lower part and the up shielding layers 48 and 60, an alumina (aluminum 2O₃), aluminum nitride (AlN), or oxidation aluminum nitride (AlNO) can be used for the gap layers 50 and 56, and copper can be used for the electrode layer 54.

[0037] Moreover, as a magnetic resistance element 52, huge magnetic resistance elements (GMR component), such as a spin bulb component and a granular component, can be used. An electric resistance value can change according to the field from a magnetic record medium, and a magnetic resistance element can reproduce the information by which magnetic recording was carried out to the medium by detecting this resistance change.

[0038] On MR head 46, the laminating of the recording head (inductive thin film head) 58 is carried out. The inductive thin film head 58 contains the lower magnetic pole layer 60 which consists of the soft magnetic materials which make up shielding of MR head 46 serve a double purpose, the lower quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 62, the record gap layer 64, the up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 66, and the up magnetic pole 68 that consists of soft magnetic materials, as best shown in drawing 7. As shown in drawing 6, in between, the thin film coil 72 is embedded in the up magnetic pole 68 and the lower magnetic pole layer 60.

[0039] As best shown in drawing 5, as for the inductive thin film head 58, the width of face has the magnetic pole point (magnetic pole core) 70 of submicron order. Since it corresponds to the magnetic disk drive of high track density in recent years, core width of face of the magnetic pole point 70 is minimum-ized by submicron order.

[0040] Furthermore, in order to control that the upper part of the magnetic pole point 70 and the lower magnetic pole 68, and the field generated among 60 leak crosswise [core], and a record blot arises, trimming of the lower magnetic pole 60 is performed to the same width of face as the core width of face of the up magnetic pole 68 of the magnetic pole point 70. Moreover, in order to prevent the fall of the magnetic-flux reinforcement by minimum-izing of magnetic pole core width of face, it is crowded with the lower part and the up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layers 62 and 66 on both sides of the record gap layer 64.

[0041] By passing the current modulated by the thin film coil 72 by record data, information can be recorded now by making the record gap 64 of the magnetic pole point 70 generate a field, and reversing the magnetic moment of the magnetic substance by which the laminating was carried out to the magnetic-recording medium front face in the operation of this field.

[0042] Next, with reference to drawing 8 (A) - drawing 8 (C), the manufacture approach of the compound-

die thin film magnetic head of the 1st operation gestalt of this invention is explained. drawing 8 -- ((A)) - being shown -- as -- a soft magnetic material -- from -- changing -- the lower part -- a magnetic pole -- a layer -- 60 -- ' -- a top -- **** -- respectively -- sputtering -- etc. -- being physical -- membrane formation -- an approach -- 300 - 500 -- nm -- thickness -- the lower part -- quantity -- saturation magnetic flux density -- an ingredient -- a layer -- 62 -- ' -- 100 - 200 -- nm -- thickness -- record -- a gap -- a layer -- 64 -- ' -- 300 - 500 -- nm -- thickness -- the upper part -- quantity -- saturation magnetic flux density -- an ingredient -- a layer -- 66 -- ' -- a laminating -- carrying out -- having -- **** .

[0043] Up magnetic pole layer 68' with a thickness of 3-5 micrometers is formed in up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 66' up of electric-field plating which used the photolithography technique.

[0044] The manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head of this operation gestalt is the approach of using up magnetic pole layer 68' as a mask, and etching a self-align mold by reactive ion etching.

[0045] Magnetic materials, such as FeN, FeAlO, CoNiFe, and CoFe, are used for nonmagnetic oxides [, such as SiO₂ and an alumina (aluminum 2O₃),], upper part, and lower quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 66' and 62' at lower magnetic pole layer 60' at permalloy (nickel-Fe alloy) and record gap layer 64'.

[0046] up magnetic pole layer 68' -- nickel simple substance and nickel -- 20 - 80wt% -- the included nickel-Fe alloy or nickel -- 20 - 80wt% -- it is formed from the included nickel-Co-Fe alloy. especially -- nickel -- 20 - 80wt% -- the function as an etching mask in reactive ion etching of this invention increases sharply by forming up magnetic pole layer 68' from the nickel-Fe alloy to contain or a nickel-Co-Fe alloy.

[0047] Next, as shown in drawing 8 (B), before performing trimming by reactive ion etching, the field which does not need etching of the thin film coil 72 etc. is covered by the oxide layers 74, such as Si or aluminum, and trimming is performed in the form where it exposed only near the magnetic pole point.

[0048] Trimming is performed after covering the field which does not need etching by the oxide layer 74 until it uses up magnetic pole layer 68' as a mask, it removes completely up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 66', record gap layer 64', and lower quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 62' for about 70 magnetic pole point and it removes a part of lower magnetic pole layer 60' by reactive ion etching, as shown in drawing 8 (C).

[0049] In case reactive ion etching is performed, substrate temperature is performed in the condition of having held at 130 degrees C - 200 degrees C, using the mixed gas of chlorine-based gas, such as Cl₂, BCl₃, SiCl₄, HCl, CCl₄, and HBr, and inert gas, such as Ar and Xe, as etching gas.

[0050] The manufacture approach of this invention combines a chemical and physical etching operation, according to both synergistic effects, it can control the product of a side attachment wall in non-volatile ingredients, such as iron, can etch a practical etching rate with a high anisotropy, and can perform trimming of the lower magnetic pole 60 by the same core width of face as the up magnetic pole 68.

[0051] Generally, metals, such as Fe, Co, nickel, etc. which are a magnetic material, are ingredients which are hard to be etched, and are the typical non-volatile ingredients which cannot volatilize easily at a room temperature. According to the manufacture approach of this invention, by performing reactive ion etching, where substrate temperature is held at 130 degrees C - 200 degrees C, the volatility of these metallic materials can be raised and the synergistic effect of etching of a chemical operation and physical etching of an operation can realize high etching of a high etching rate and an anisotropy. You may make it use ion milling for fine tuning of magnetic pole core width of face if needed.

[0052] According to the manufacture approach of this operation gestalt, only the etching part near [required for reduction of a record blot] the magnetic pole point can be shaved off deeply, dispersion in the magnetic pole core width of face of submicron order is reduced, and the dimension of magnetic pole core width of face can be controlled with a sufficient precision.

[0053] Since it is not influenced of a shadow compared with ion milling, the configuration of the up magnetic pole which functions as a mask is made to fully reflect, and trimming can be performed as a design.

[0054] If it sees from a geometrical viewpoint by which trimming was carried out, in the thin film magnetic head formed by the conventional approach shown in drawing 1 , not a horizontal plane but the lower

magnetic pole 22 serves as [top-face 22a of the lower magnetic pole 22] a taper configuration.

[0055] On the other hand, by the manufacture approach of this operation gestalt, since trimming is carried out from that of reactive ion etching, as the cascade screen which consists of an ingredient of a different kind is shown in drawing 7, top-face 60a of the lower magnetic pole 60 can be formed in the both-sides side of the magnetic pole point 70 at a parenchyma top perpendicular. Thereby, the record blot by the leakage field from the about 70 magnetic pole point lower magnetic pole 60 can be reduced.

[0056] In addition, it is limit to the chloride to which the ingredient which cannot volatilize easily in an etching product uses the iron near the magnetic pole point as a principal component since the field which does not need trimming is cover by the oxide layers 74, such as Si and aluminum, as show in drawing 9, the etching product of an oxide layer 74 tends [comparatively] to volatilize, and since the area expose is small, deposition in the wall of a reaction container can be suppress to the minimum.

[0057] Therefore, the etching product which is easy to deposit can mitigate the amount deposited on a reaction container, and can control fluctuation of an etching rate. This can lower the frequency of cleaning of a manufacturing installation and can increase the processing number of sheets to equipment cleaning. That is, while raising the throughput of equipment itself and aiming at improvement in productivity, it becomes possible to aim at the improvement of the manufacture yield.

[0058] Next, with reference to drawing 10 (A) - drawing 10 (C), the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head of the 2nd operation gestalt of this invention is explained. In explanation of this operation gestalt, the same sign is attached and explained about the same component as the 1st operation gestalt mentioned above.

[0059] By the manufacture approach of this operation gestalt, as shown in drawing 10 (A), the up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 66 of predetermined width of face and up magnetic pole layer 68' are formed in record gap layer 64'up by electric-field plating. Ingredients, such as CoNiFe and CoFe, are used for the up quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer 66 formed of plating.

[0060] as shown in drawing 10 (B), in order to limit to a magnetic pole point and to perform trimming by reactive ion etching -- record gap layer 64' -- the field which does not need etching of the thin film coil 72 etc. is covered by the oxide layers 74, such as Si and aluminum, upwards, and it is made to expose to it only near the magnetic pole point

[0061] After covering the field which does not need etching by the oxide layer 74, as shown in drawing 10 (C), where substrate temperature is held at 130 degrees C - 200 degrees C like the 1st operation gestalt, using the mixed gas of chlorine-based gas and inert gas as etching gas, up magnetic pole layer 68' is used as a mask, and reactive ion etching performs trimming only near the magnetic pole point.

[0062] According to the manufacture approach of this operation gestalt, as compared with the manufacture approach of the 1st operation gestalt, in order that the amount of etching may decrease, dispersion in magnetic pole core width of face is reduced further, and the dimensional accuracy of magnetic pole core width of face improves. Moreover, also in productivity, the further improvement is expectable.

[0063] If the trimming by reactive ion etching of this invention has the decrement of the thickness of up magnetic pole layer 68' currently used as a mask almost equal to the trimming depth and it will estimate even if it sees from a viewpoint of the decrement of the thickness of up magnetic pole layer 68', the decrement of the thickness of up magnetic pole layer 68' can be said to be far small compared with ion milling.

[0064] especially -- nickel -- 20 - 80wt% -- the contained nickel-Fe alloy (permalloy) is a very stable metal, and since it is an ingredient which is very hard to be etched, it is desirable as a mask ingredient.

[0065] This invention includes the following additional remarks.

[0066] (Additional remark 1) It is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the magnetic-reluctance (MR) head formed on the substrate, and the inductive thin film head formed on this MR head. The lower magnetic pole layer which makes up shielding of said MR head serve a double purpose is deposited on this MR head. Deposit the 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said lower magnetic pole layer, and a record gap layer is deposited on said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. Deposit the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said record gap layer, and the pole tip section forms the up magnetic pole of predetermined width of face on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The mixed gas of chlorine-based gas

and inert gas is made into etching gas, using said up magnetic pole as a mask, holding said substrate temperature at 130 degrees C - 200 degrees C. By reactive ion etching The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including each step which trims a part of said 1st and 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer, said record gap layer, and said lower magnetic pole layer, and forms the magnetic pole core which has said predetermined width of face.

[0067] (Additional remark 2) Said 1st and 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 1 publication formed from the ingredient chosen from the group which consists of FeN, FeAlO, CoNiFe, and CoFe.

[0068] (Additional remark 3) Said chlorine-based gas is the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 1 publication chosen from the group which consists of Cl₂, BCl₃, SiCl₄, HCl, CCl₄, and HBr.

[0069] (Additional remark 4) said up magnetic pole -- nickel simple substance and nickel -- 20 - 80wt% -- the nickel-Fe alloy and nickel which are included -- 20 - 80wt% -- the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 1 publication formed from the ingredient chosen from the group which consists of the included nickel-Co-Fe alloy.

[0070] (Additional remark 5) The manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 1 publication which contains further the step which forms the oxide of the predetermined thickness of the ingredient chosen from the group which consists of Si, aluminum, Ti, and Ta on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer corresponding to an etching unnecessary field.

[0071] (Additional remark 6) Said up magnetic pole is the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 1 publication formed of plating.

[0072] (Additional remark 7) It is the manufacture approach of the thin film magnetic head containing the magnetic-reluctance (MR) head formed on the substrate, and the inductive thin film head formed on this MR head. The lower magnetic pole layer which makes up shielding of said MR head serve a double purpose is deposited on this MR head. Deposit the 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer on said lower magnetic pole layer, and a record gap layer is deposited on said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The pole tip section forms the 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer of predetermined width of face on said record gap layer. A ** <TXF FR=0001 HE=200 WI=080 LX=0200 LY=0300> pole edge forms the up magnetic pole of said predetermined width of face on said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer. The mixed gas of chlorine-based gas and inert gas is made into etching gas, using said up magnetic pole as a mask, holding said substrate temperature at 130 degrees C - 200 degrees C. By reactive ion etching The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including each step which trims a part of said record gap layer, said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer, and said lower magnetic pole layer, and forms the magnetic pole core which has said predetermined width of face.

[0073] (Additional remark 8) It is the manufacture approach of the thin film magnetic head additional remark 7 publication that said 1st quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer is formed from the ingredient chosen from the group which consists of FeN, FeAlO, CoNiFe, and CoFe, and said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer is formed from CoNiFe or CoFe.

[0074] (Additional remark 9) Said chlorine-based gas is the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 7 publication chosen from the group which consists of Cl₂, BCl₃, SiCl₄, HCl, CCl₄, and HBr.

[0075] (Additional remark 10) said up magnetic pole -- nickel simple substance and nickel -- 20 - 80wt% -- the nickel-Fe alloy and nickel which are included -- 20 - 80wt% -- the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 7 publication formed from the ingredient chosen from the group which consists of the included nickel-Co-Fe alloy.

[0076] (Additional remark 11) The manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 7 publication which contains further the step which forms the oxide of the predetermined thickness of the ingredient chosen from the group which consists of Si, aluminum, Ti, and Ta on said record gap layer corresponding to an etching unnecessary field.

[0077] (Additional remark 12) Said 2nd quantity saturation-magnetic-flux-density ingredient layer and said up magnetic pole are the manufacture approach of the thin film magnetic head the additional remark 7

publication formed of plating.

[0078] (Additional remark 13) The thin film magnetic head manufactured by the manufacture approach of additional remark 1 publication.

[0079] (Additional remark 14) The thin film magnetic head manufactured by the manufacture approach of additional remark 7 publication.

[0080]

[Effect of the Invention] According to the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention, shortening of the processing time, reduction of dispersion in the magnetic pole core width of face of submicron order, and improvement in the dimensional accuracy of magnetic pole core width of face can be aimed at by performing trimming by reactive ion etching, where substrate temperature is held at 130 degrees C - 200 degrees C.

[0081] Moreover, by covering by oxide layers, such as Si and aluminum, and trimming only near the magnetic pole point, the field which does not need etching of a thin film coil etc. can control fluctuation of an etching rate, can work a manufacturing installation to stability, and can aim at improvement in productivity.

[Translation done.]

* NOTICES *

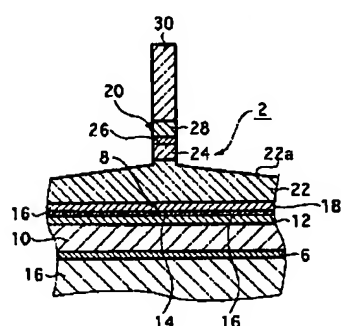
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

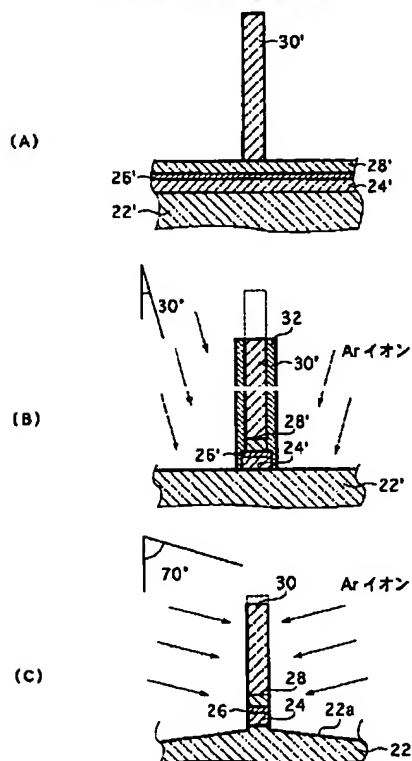
[Drawing 1]

従来の薄膜磁気ヘッド端面図



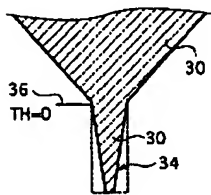
[Drawing 2]

従来の製造方法



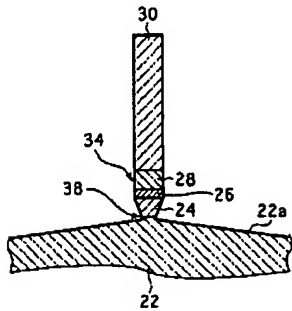
[Drawing 3]

従来の磁極端部を示す平面図



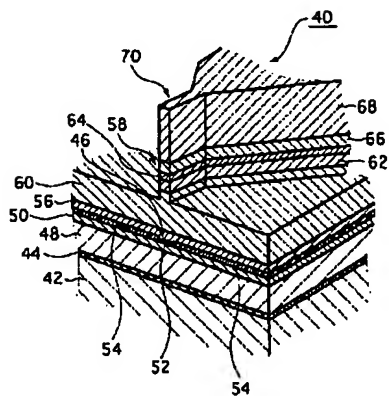
[Drawing 4]

従来の問題点説明図



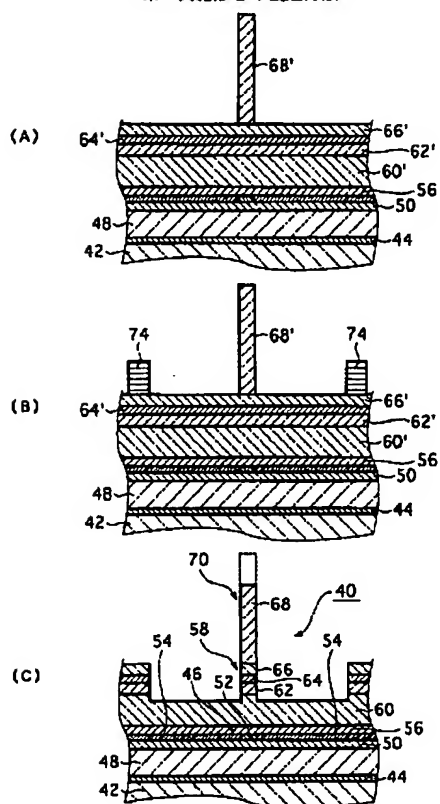
[Drawing 5]

実施形態斜視図



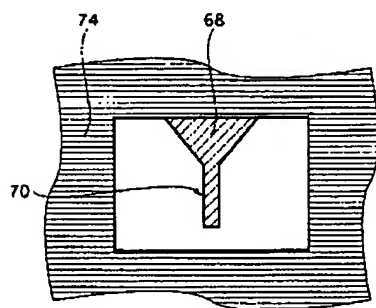
[Drawing 6]

第1実施形態の製造方法



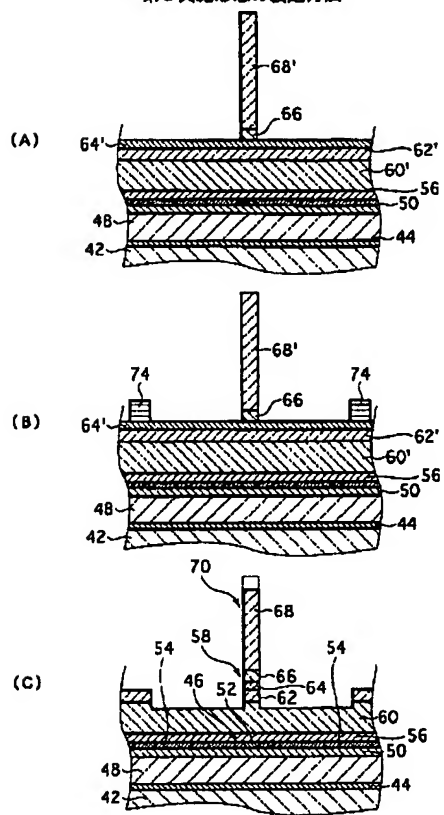
[Drawing 9]

酸化物層のエッチングマスクを示す図



[Drawing 10]

第2実施形態の製造方法



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-288705
(P2003-288705A)

(43) 公開日 平成15年10月10日 (2003. 10. 10)

(51) Int.Cl.⁷
G 1 1 B 5/31

識別記号

F I
G 1 1 B 5/31

テームト* (参考)

D 5 D 0 3 3
C
K

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-91529 (P2002-91529)

(22) 出願日 平成14年3月28日 (2002. 3. 28)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 西川 清

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100075384

弁理士 松本 昂

Fターム (参考) 5D033 BA02 BA07 BA08 BA12 BA13
BB43 DA02 DA07 DA08 DA31

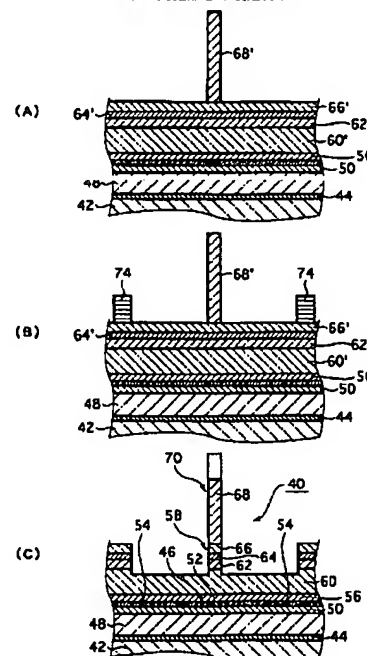
(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 サブミクロンオーダーの磁極コア幅の寸法制御を可能とする薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することである。

【解決手段】 基板上に形成されたMRヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層をMRヘッド上に堆積し、下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、記録ギャップ層上に第2高飽和磁束密度材料層を堆積し、第2高飽和磁束密度材料層上に磁極端部が所定幅の上部磁極を形成する。そして、基板温度を130℃～200℃に保持しながら上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオンエッチングにより、第1、第2高飽和磁束密度材料層、記録ギャップ層及び下部磁極層の一部をトリミングし、所定幅を有する磁極コアを形成する。

第1実施形態の製造方法



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された磁気抵抗(MR)ヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層を該MRヘッド上に堆積し、
前記下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、
前記第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、
前記記録ギャップ層上に第2高飽和磁束密度材料層を堆積し、
前記第2高飽和磁束密度材料層上に磁極端部が所定幅の上部磁極を形成し、
前記基板温度を130℃～200℃に保持しながら前記上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオンエッチングにより、前記第1、第2高飽和磁束密度材料層、前記記録ギャップ層及び前記下部磁極層の一部をトリミングし、前記所定幅を有する磁極コアを形成する、
各ステップを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 基板上に形成された磁気抵抗(MR)ヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層を該MRヘッド上に堆積し、
前記下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、
前記第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、
前記記録ギャップ層上に磁極端部が所定幅の第2高飽和磁束密度材料層を形成し、
前記第2高飽和磁束密度材料層上に磁極端部が前記所定幅の上部磁極を形成し、
前記基板温度を130℃～200℃に保持しながら前記上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオンエッチングにより、前記記録ギャップ層、前記第1高飽和磁束密度材料層及び前記下部磁極層の一部をトリミングし、前記所定幅を有する磁極コアを形成する、
各ステップを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項3】 前記第1、第2高飽和磁束密度材料層は、FeN、FeAlO、CoNiFe、CoFeから成る群から選択される材料から形成される請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項4】 前記塩素系ガスはCl₂、BCl₃、SiCl₄、HCl、CCl₄、HBrから成る群から選択される請求項1又は2記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項5】 エッチング不用領域に対応する前記第2高飽和磁束密度材料層上にSi、Al、Ti、Taから成る群から選択される材料の所定厚さの酸化物質層を形成するステップを更に含む請求項1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗(MR)ヘッド及びインダクティブ薄膜ヘッドを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置は面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの記録性能の向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッド(インダクティブヘッド)と、読み出し用の磁気抵抗素子(MR素子)を有する再生ヘッド(MRヘッド)とを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】複合型薄膜磁気ヘッドを用いて高記録密度を達成するためには、磁気ディスクの単位面積当りに記録されるデータ量(面密度)を増大させる必要があり、この面密度は書き込み素子の記録能力に大きく左右される。

【0004】面密度の向上は、記録ヘッドのギャップ長、即ち上下磁極間隔を小さくすることにより実現できるが、ギャップ長の縮小化は磁束強度の低下を招くので、自ずと限界がある。

【0005】また、記録密度を高めるもう一つの方法としては、磁気ディスクに記録できるデータトラック数を増やすことである。通常、この磁気ディスクに記録できるデータトラック数は、TPI(トラック・パー・インチ)として表現される。

【0006】書き込みヘッドにおけるTPI能力は、データトラックの幅を決める記録ヘッドの磁極コア幅を小さくすることによって高めることができる。最近では、この磁極コア幅がリブミクロンオーダー程に極小化されるに至っており、上下磁極間に発生する磁束が上部磁極のコア幅方向に漏れることによる記録漏れが無視できなくなっている。

【0007】図1は、従来の複合型薄膜磁気ヘッド2のABS(空気ベアリング表面)端面図を示している。アルミナ-チタニウムカーバイド(Al₂O₃-TiC)から成る導電性基板4上には例えばアルミナ(Al₂O₃)から成るアンダーコート層6が形成されている。

【0008】基板4上にはMRヘッド(再生ヘッド)8が形成されている。MRヘッド8は、基板4のアンダーコート層6上に形成された軟磁性材料から成る下部シールド層10、Al₂O₃等の非磁性材料から成る下部半ギャップ層12、外部磁界強度に応じて電気抵抗値が変化する磁気抵抗素子(MR素子)14、MR素子14の両

側に接続される導電性の電極層16、非磁性材料から成る上部半ギャップ層18、軟磁性体から成る上部シールド層22を、スパッタリング等により順次形成することにより構成されている。

【0009】MRヘッド8上には記録ヘッド（インダクティブ薄膜ヘッド）20が積層されている。記録ヘッド20は、MRヘッド8の上部シールド層を兼用する軟磁性材料から成る下部磁極層22、下部高飽和磁束密度材料層24、記録ギャップ層26、上部高飽和磁束密度材料層28、軟磁性材料から成る上部磁極30を順次形成して構成されている。下部磁極層22と上部磁極30の間には図示していないが薄膜コイルが埋め込まれている。

【0010】従来の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上部磁極をマスクにしてイオンビームミリングによるトリミング、或いはFIB（フォーカスト・イオン・ビーム）加工によるトリミングにより、記録ヘッド20の所望の磁極コア幅を形成している。

【0011】図2（A）～図2（C）を参照して、特開平7-262519号公報に記載された従来の記録ヘッドの製造方法について説明する。

【0012】図2（A）に示すように、下部磁極層22、下部高飽和磁束密度材料層24、記録ギャップ層26、上部高飽和磁束密度材料層28を順次スパッタリング等により形成する。そして、上部高飽和磁束密度材料層28上に上部磁極層30をフォトリソグラフィ技術を用いて形成する。

【0013】図2（B）に示すように、上部磁極層30をマスクとして、垂直から約30°の角度で上部高飽和磁束密度材料層28、記録ギャップ層26、下部高飽和磁束密度材料層24及び下部磁極層22の一部を、Arイオンによるイオンビームミリングを行い、下部磁極22の上部側面と上部磁極30の両側面が整列するようにトリミングして、所望の磁極コア幅を形成する。

【0014】イオンビームミリングを継続すると、上部磁極層30等の側面にミリング生成物の再付着32が生じるため、図2（C）に示すように、イオンビームの角度を垂直から約70°に変えてミリングを行い、再付着物32を除去するようにしている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】イオンビームミリングによる製造方法は、電界で加速され、収束されたArイオンなどを基板表面に照射し、そのスパッタリング作用によりマスクで覆われていない部分を除去する純粋に物理的な方法であるため、ある程度のスパッタ収率を持つ物質であれば、ほとんど全ての物質をエッチングすることができる。

【0016】しかし、この方法によるエッチング形状はイオンビームの入射角を反映した形になるので、原理的

に高い異方性を示さない。従って、上部磁極をマスクに垂直にトリミングを行うために、イオンビームに対して基板法線を傾けながらミリングを行うことで異方的な形状を得ている。

【0017】イオンビームミリングによるトリミング方法では、上部磁極層30がマスクとしての機能を果たすため、イオンビームの照射時間が増すに連れて、上部磁極層30の膜厚が大幅に減少してしまう。

【0018】即ち、所望の磁極形状を得るためには、イオンビームミリングによる上部磁極層30の厚さの減少を見込んで、上部磁極層30を形成しなければならない。

【0019】従って、従来の製造方法では書き込み能力を十分に確保するために、イオンビームミリングによるトリミングの膜厚減少量を見込んで、予め上部磁極層30の膜厚を大きく形成する必要がある。

【0020】これは、フォトリソグラフィ技術を用いて上部磁極層30のメッキを行う際のレジスト高さを大幅に高く形成する必要があり、サブミクロンオーダーの磁極コア幅の寸法精度の低下を引き起こす。

【0021】また、イオンビームミリングによるトリミングの場合、イオンビームが斜めに入射することから、上部磁極30後方に存在する絶縁膜やヨーク等の段差でイオンビームが遮蔽されるというシャドウ効果を生じる。

【0022】その結果、図3に示すように、磁極端部（スロート部分）34の先端に行くに従って磁極幅が狭くなってしまう。即ち、スロートハイト方向に沿って磁極幅が変化する。符号36は0スロートレベルを示している。

【0023】スロートハイト方向に磁極コア幅が変動すると、イオンミリング加工工程において、研磨量に応じて磁極コア幅が変動してしまい、製造の歩留まりを大幅に低下させてしまう。

【0024】更にまた、磁極コア幅がサブミクロンオーダーになってくると、記録ギャップ層26の材料と上部及び下部高飽和磁束密度材料層28、24の材料のミリングレートの違いから、図4の符号38で示すようにボトム部分にくびれが顕著に表れ、十分な記録特性が得られなくなる不具合を生じ、歩留まりを悪化させてしまう。

【0025】また、イオンミリングによる従来のトリミング方法では、下部磁極22の上面22aが水平とならず、図4に示すように下部磁極22がテーパ形状となるため、磁極端部34近傍の下部磁極22からの漏れ磁界がデータ記録時のノイズになり易いという問題がある。

【0026】FIB加工により磁極のトリミングを行う他の従来方法は、各素子をそれぞれトリミングしなければならないため、生産性が非常に低下してしまうという問題がある。

【0027】よって、本発明の目的は、サブミクロンオーダーの磁極コア幅の寸法制御を可能とし、且つ磁極のエッチングに要する時間を短縮可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することである。

【0028】

【課題を解決するための手段】本発明の一側面によると、基板上に形成された磁気抵抗（MR）ヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層を該MRヘッド上に堆積し、前記下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、前記第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、前記記録ギャップ層上に第2高飽和磁束密度材料層を堆積し、前記第2高飽和磁束密度材料層上に磁極端部が所定幅の上部磁極を形成し、前記基板温度を130℃～200℃に保持しながら前記上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオンエッチングにより、前記第1、第2高飽和磁束密度材料層、前記記録ギャップ層及び前記下部磁極層の一部をトリミングし、前記所定幅を有する磁極コアを形成する、各ステップを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0029】好ましくは、薄膜磁気ヘッドの製造方法は更に、エッチング不用領域に対応する第2高飽和磁束密度材料層上にSi、Al、Ti、Taから成る群から選択される材料の所定厚さの酸化物層を形成するステップを含んでいる。

【0030】好ましくは、第1、第2高飽和磁束密度材料層は、FeN、FeAlO、CoNiFe、CoFeから成る群から選択される材料から形成される。好ましくは、塩素系ガスはCl₂、BCl₃、SiCl₄、HCl、CCl₄、HBrから成る群から選択される。

【0031】好ましくは、上部磁極は、Ni単体、Niを20～80wt%含むNi-Fe合金、又はNiを20～80wt%含むNi-Co-Fe合金から形成される。上部磁極は、例えば、メッキにより形成される。

【0032】本発明の他の側面によると、基板上に形成された磁気抵抗（MR）ヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層を該MRヘッド上に堆積し、前記下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、前記第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、前記記録ギャップ層上に磁極端部が所定幅の第2高飽和磁束密度材料層を形成し、前記第2高飽和磁束密度材料層上に磁極端部が前記所定幅の上部磁極を形成し、前記基板温度を130℃～200℃に保持しながら前記上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオン

エッチングにより、前記記録ギャップ層、前記第1高飽和磁束密度材料層及び前記下部磁極層の一部をトリミングし、前記所定幅を有する磁極コアを形成する、各ステップを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0033】

【発明の実施の形態】図5を参照すると、本発明実施形態にかかる複合型薄膜磁気ヘッド40の概略斜視図が示されている。図6は実施形態断面図、図7は図6の7方向斜視図、即ちABS端面図を示している。

【0034】アルミナ-チタニウムカーバイド（Al₂O₃-TiC）から成る導電性基板42上には例えばアルミナ（Al₂O₃）から成る絶縁性アンダーコート層44が積層されている。

【0035】絶縁性アンダーコート層44を有する基板42上にはMRヘッド（再生ヘッド）46が形成されている。MRヘッド46は、基板42上に軟磁性材料から成る下部シールド層48、非磁性材料から成る下部半ギャップ層50、外部磁界に応じて電気抵抗値が変化する磁気抵抗素子（MR素子）52、MR素子50の両側に接続配置された導電性の電極層54、非磁性材料から成る上部半ギャップ層56、軟磁性体から成る上部シールド層60を、スパッタリングにより順次形成することにより構成されている。

【0036】下部及び上部シールド層48、60にはNi-Fe合金（パーマロイ）、Fe-Al-Si合金、又はCo系非晶質合金を用いることができ、ギャップ層50、56にはアルミナ（Al₂O₃）、窒化アルミニウム（AlN）、或いは酸化窒化アルミニウム（AlNO）を用いることができ、電極層54には銅を用いることができる。

【0037】また、磁気抵抗素子52としては、スピナル素子やグラニュー素子等の巨大磁気抵抗素子（GMR素子）を用いることができる。磁気抵抗素子は、磁性記録媒体からの磁界に応じて電気抵抗値が変化するものであり、かかる抵抗変化を検出することにより、媒体に磁気記録された情報を再生することができる。

【0038】MRヘッド46上には記録ヘッド（インダクティブ薄膜ヘッド）58が積層されている。インダクティブ薄膜ヘッド58は、図7に最もよく示されるように、MRヘッド46の上部シールドを兼用する軟磁性材料から成る下部磁極層60、下部高飽和磁束密度材料層62、記録ギャップ層64、上部高飽和磁束密度材料層66、軟磁性材料から成る上部磁極68を含んでいる。図6に示されるように、上部磁極68と下部磁極層60の間には、薄膜コイル72が埋め込まれている。

【0039】図5に最もよく示されるように、インダクティブ薄膜ヘッド58はその幅がサブミクロンオーダーの磁極先端部（磁極コア）70を有している。近年の高いトラック密度の磁気ディスク装置に対応するため、磁極

10

20

30

40

50

先端部70のコア幅はサブミクロンオーダーに極小化されている。

【0040】更に、磁極先端部70の上部及び下部磁極68、60間に発生する磁界がコア幅方向に漏れて記録滲みが生じることを抑制するために、磁極先端部70の上部磁極68のコア幅と同一幅に下部磁極60のトリミングを行っている。また、磁極コア幅の極小化による磁束強度の低下を防止するために、下部及び上部高飽和磁束密度材料層62、66で記録ギャップ層64を挟みこんでいる。

【0041】薄膜コイル72に記録データで変調された電流を流すことで、磁極先端部70の記録ギャップ64に磁界を発生させ、該磁界の作用で磁気記録媒体表面に積層された磁性体の磁気モーメントを反転させることにより、情報の記録が行えるようになっている。

【0042】次に、図8(A)～図8(C)を参照して、本発明の第1実施形態の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。図8(A)に示すように、軟磁性体から成る下部磁極層60'上には、それぞれスパッタリングなどの物理的な成膜方法により、300～500nmの厚さの下部高飽和磁束密度材料層62'、100～200nmの厚さの記録ギャップ層64'、300～500nmの厚さの上部高飽和磁束密度材料層66'が積層されている。

【0043】上部高飽和磁束密度材料層66'上には、3～5μmの厚さの上部磁極層68'がフォトリソグラフィ技術を用いた電界メッキにより形成されている。

【0044】本実施形態の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法は、上部磁極層68'をマスクにして、反応性イオンエッチングにより自己整合型のエッチングを行う方法である。

【0045】下部磁極層60'にはパーマロイ(Ni-Fe合金)、記録ギャップ層64'にはSiO₂、アルミナ(Al₂O₃)等の非磁性酸化物、上部及び下部高飽和磁束密度材料層66'、62'にはFeN、FeAlO、CoNiFe、CoFeなどの磁性材料が用いられる。

【0046】上部磁極層68'は、Ni単体、Niを20～80wt%含むNi-Fe合金、又はNiを20～80wt%含むNi-Co-Fe合金から形成される。特に、Niを20～80wt%含有するNi-Fe合金、又はNi-Co-Fe合金から上部磁極層68'を形成することにより、本発明の反応性イオンエッチングにおけるエッチングマスクとしての機能が大幅に増大する。

【0047】次に、図8(B)に示すように、反応性イオンエッチングによるトリミングを行う前に、薄膜コイル72などのエッチングを必要としない領域をSi、又はAl等の酸化物層74で覆っておき、磁極先端部の近傍のみを露出した形でトリミングを行う。

【0048】エッチングを必要としない領域を酸化物層74で遮蔽した後、図8(C)に示すように、反応性イオンエッチングにより、上部磁極層68'をマスクにして、磁極先端部70近傍のみを上部高飽和磁束密度材料層66'、記録ギャップ層64'、下部高飽和磁束密度材料層62'を完全に除去し、下部磁極層60'の一部を除去するまでトリミングを行う。

【0049】反応性イオンエッチングを行う際には、基板温度を130℃～200℃に保持した状態で、エッチングガスとしてCl₂、BCl₃、SiCl₄、HCl、CCl₄、HBrなどの塩素系ガスとAr、Xe等の不活性ガスとの混合ガスを用いて行う。

【0050】本発明の製造方法は、化学的及び物理的なエッチング作用を組み合わせたものであり、双方の相乗効果により、鉄などの不揮発性材料において側壁の生成物を抑制し、異方性の高い、実用的なエッチングレートのエッチングを行うことができ、上部磁極68と同一のコア幅で下部磁極60のトリミングを行うことができる。

【0051】一般的に、磁性材料であるFe、Co、Ni等の金属はエッチングされにくい材料であり、室温では揮発しにくい代表的な不揮発性材料である。本発明の製造方法によれば、基板温度を130℃～200℃に保持した状態で反応性イオンエッチングを行うことにより、これらの金属材料の揮発性を高め、化学的な作用のエッチングと物理的な作用のエッチングの相乗効果により、高いエッチングレートと異方性の高いエッチングを実現することができる。必要に応じて、磁極コア幅の微調整にイオンミリングを用いるようにしてもよい。

【0052】本実施形態の製造方法によると、記録滲みの低減のために必要な磁極先端部近傍のエッチング部分のみを深く削り取ることができ、サブミクロンオーダーの磁極コア幅のばらつきが低減され、磁極コア幅の寸法を精度よく制御できる。

【0053】イオンミリングに比べて影の影響を受けることがないため、マスクとして機能する上部磁極の形状を十分に反映させて、設計通りにトリミングを行うことができる。

【0054】トリミングされた形状的観点から見ると、図1に示す従来方法により形成された薄膜磁気ヘッドでは、下部磁極22の上面22aが水平面ではなく、下部磁極22がテーパ形状となっている。

【0055】一方、本実施形態の製造方法では、異種の材料から成る積層膜を反応性イオンエッチングのよりトリミングをしているため、図7に示すように下部磁極60の上面60aを磁極先端部70の両側面に実質上垂直に形成することができる。これにより、磁極先端部70近傍の下部磁極60からの漏れ磁界による記録滲みを低減することができる。

【0056】尚、トリミングを必要としない領域は、図

9に示すようにSi、Al等の酸化物層74で覆われているため、エッチング生成物の中で揮発しにくい材料が磁極先端部近傍の鉄を主成分とする塩化物に限定され、酸化物層74のエッチング生成物は比較的揮発し易く、且つ露出されている面積が小さいために反応容器の内壁への堆積を最小限に抑えることができる。

【0057】従って、堆積し易いエッチング生成物が反応容器に堆積する量を軽減することができ、エッチングレートの変動を抑制することができる。このことは、製造装置のクリーニングの頻度を下げることができ、装置クリーニングまでの処理枚数を増大させることができる。即ち、装置自体の処理能力を向上させて生産性の向上を図ると共に、製造歩留まりの改善を図ることが可能となる。

【0058】次に、図10(A)～図10(C)を参照して、本発明第2実施形態の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。本実施形態の説明において、上述した第1実施形態と同一構成部分については同一符号を付して説明する。

【0059】本実施形態の製造方法では、図10(A)に示されるように、記録ギャップ層64'上に電界メッキにより所定幅の上部高飽和磁束密度材料層66及び上部磁極層68'を形成している。メッキにより形成される上部高飽和磁束密度材料層66には、CoNiFe、CoFe等の材料が用いられる。

【0060】図10(B)に示すように、磁極先端部に限定して反応性イオンエッチングによるトリミングを行うために、記録ギャップ層64'上に、薄膜コイル72などのエッチングを必要としない領域をSi、Al等の酸化物層74で覆い、磁極先端部近傍のみを露出させる。

【0061】エッチングを必要としない領域を酸化物層74で遮蔽した後、図10(C)に示すように、第1実施形態と同様に基板温度を130℃～200℃に保持した状態で、エッチングガスとして塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスを用いて、上部磁極層68'をマスクにして、磁極先端部近傍のみを反応性イオンエッチングによりトリミングを行う。

【0062】本実施形態の製造方法によると、第1実施形態の製造方法に比較して、エッチング量が減少するため更に磁極コア幅のばらつきが低減され、磁極コア幅の寸法精度が向上する。また、生産性においても、更なる向上が期待できる。

【0063】上部磁極層68'の膜厚の減少量の観点から見ても、本発明の反応性イオンエッチングによるトリミングは、マスクとして使用している上部磁極層68'の膜厚の減少量がトリミング深さとほぼ等しいと見積ると、上部磁極層68'の膜厚の減少量はイオンミリングに比べてはるかに小さいと言える。

【0064】特に、Niを20～80wt%含有したN

i-Fe合金(パーマロイ)は非常に安定な金属であり、非常にエッチングされにくい材料であるためマスク材料として望ましい。

【0065】本発明は以下の付記を含むものである。

【0066】(付記1) 基板上に形成された磁気抵抗(MR)ヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層を該MRヘッド上に堆積し、前記下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、前記第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、前記記録ギャップ層上に第2高飽和磁束密度材料層を堆積し、前記第2高飽和磁束密度材料層上に磁極端部が所定幅の上部磁極を形成し、前記基板温度を130℃～200℃に保持しながら前記上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオンエッチングにより、前記第1、第2高飽和磁束密度材料層、前記記録ギャップ層及び前記下部磁極層の一部をトリミングし、前記所定幅を有する磁極コアを形成する、各ステップを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0067】(付記2) 前記第1、第2高飽和磁束密度材料層は、FeN、FeAlO、CoNiFe、CoFeから成る群から選択される材料から形成される付記1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0068】(付記3) 前記塩素系ガスはCl₂、BCl₃、SiCl₄、HCl、CCl₄、HBrから成る群から選択される付記1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0069】(付記4) 前記上部磁極は、Ni単体、Niを20～80wt%含むNi-Fe合金、Niを20～80wt%含むNi-Co-Fe合金から成る群から選択される材料から形成される付記1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0070】(付記5) エッチング不用領域に対応する前記第2高飽和磁束密度材料層上にSi、Al、Ti、Taから成る群から選択される材料の所定厚さの酸化物を形成するステップを更に含む付記1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0071】(付記6) 前記上部磁極はメッキにより形成される付記1記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0072】(付記7) 基板上に形成された磁気抵抗(MR)ヘッドと該MRヘッド上に形成されたインダクティブ薄膜ヘッドとを含んだ薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記MRヘッドの上部シールドを兼用する下部磁極層を該MRヘッド上に堆積し、前記下部磁極層上に第1高飽和磁束密度材料層を堆積し、前記第1高飽和磁束密度材料層上に記録ギャップ層を堆積し、前記記録ギャップ層上に磁極端部が所定幅の第2高飽和磁束密度材料層を形成し、前記第2高飽和磁束密度材料層上に磁

極端部が前記所定幅の上部磁極を形成し、前記基板温度を130℃～200℃に保持しながら前記上部磁極をマスクとして用いて、塩素系ガスと不活性ガスの混合ガスをエッチングガスとして反応性イオンエッチングにより、前記記録ギャップ層、前記第1高飽和磁束密度材料層及び前記下部磁極層の一部をトリミングし、前記所定幅を有する磁極コアを形成する、各ステップを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0073】(付記8) 前記第1高飽和磁束密度材料層は、FeN、FeAlO、CoNiFe、CoFeから成る群から選択される材料から形成され、前記第2高飽和磁束密度材料層は、CoNiFe又はCoFeから形成される付記7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0074】(付記9) 前記塩素系ガスはCl₂、BCl₃、SiCl₄、HCl、CCl₄、HBrから成る群から選択される付記7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0075】(付記10) 前記上部磁極は、Ni単体、Niを20～80wt%含むNi-Fe合金、Niを20～80wt%含むNi-Co-Fe合金から成る群から選択される材料から形成される付記7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0076】(付記11) エッチング不用領域に対応する前記記録ギャップ層上にSi、Al、Ti、Taから成る群から選択される材料の所定厚さの酸化物を形成するステップを更に含む付記7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0077】(付記12) 前記第2高飽和磁束密度材料層及び前記上部磁極はメッキにより形成される付記7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【0078】(付記13) 付記1記載の製造方法により製造された薄膜磁気ヘッド。

【0079】(付記14) 付記7記載の製造方法により製造された薄膜磁気ヘッド。

【0080】

【発明の効果】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法によると、基板温度を130℃～200℃に保持した状態で、反応性イオンエッチングによりトリミングを行うことで、処理時間の短縮化、サブミクロンオーダの磁極コア幅のばらつきの低減、磁極コア幅の寸法精度の向上を図

ることができる。

【0081】また、薄膜コイルなどのエッチングを必要としない領域は、Si、Al等の酸化物層で覆い、磁極先端部近傍のみをトリミングすることにより、エッチングレートの変動を抑制し、製造装置を安定に移動させることができ、生産性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の薄膜磁気ヘッドのABS端面図である。

【図2】図2(A)～図2(C)は従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図である。

【図3】従来の薄膜磁気ヘッドの磁極端部を示す平面図である。

【図4】従来の問題点を説明する図である。

【図5】本発明実施形態の複合型薄膜磁気ヘッドの概略斜視図である。

【図6】本発明実施形態の複合型薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図7】図6の7方向斜視図である。

【図8】図8(A)～図8(C)は本発明第1実施形態の薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図である。

【図9】酸化物層のエッチングマスクを示す図である。

【図10】図10(A)～図10(C)は本発明第2実施形態の薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図である。

【符号の説明】

40 複合型薄膜磁気ヘッド

42 基板

46 MRヘッド

48 下部シールド

52 MR素子

54 電極

58 インダクティブ薄膜ヘッド

60 下部磁極(上部シールド)

62 下部高飽和磁束密度材料層

64 記録ギャップ層

66 上部高飽和磁束密度材料層

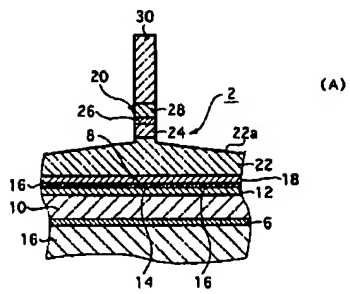
68 上部磁極

70 磁極先端部

74 酸化物層

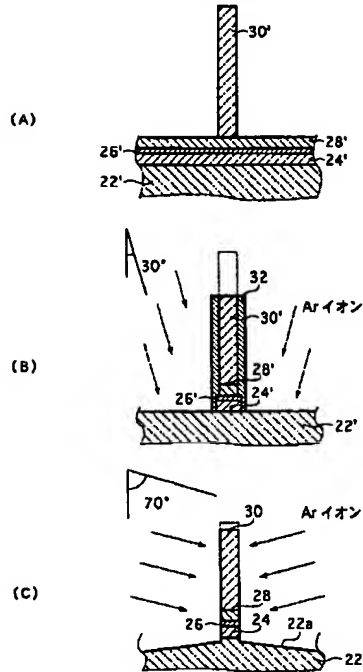
【図1】

従来の薄膜磁気ヘッド端面図



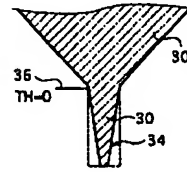
【図2】

従来の製造方法



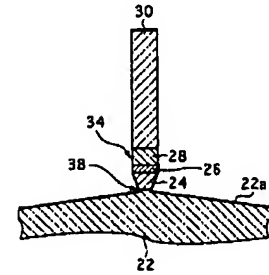
【図3】

従来の磁極端部を示す平面図



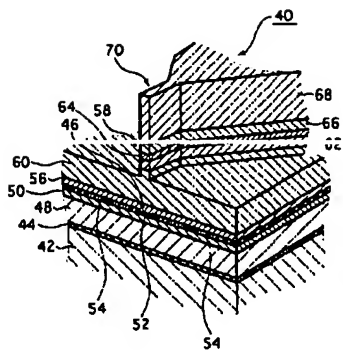
【図4】

従来の問題点説明図



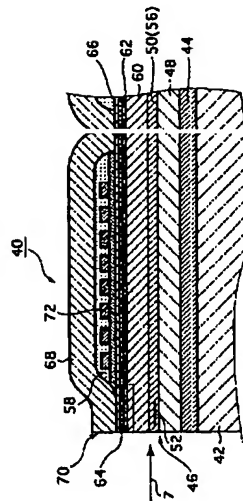
【図5】

実施形態斜視図



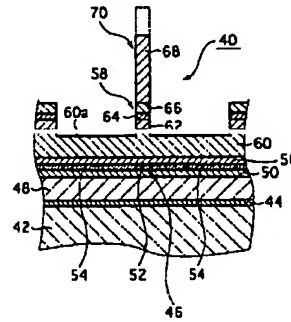
【図6】

実施形態断面図



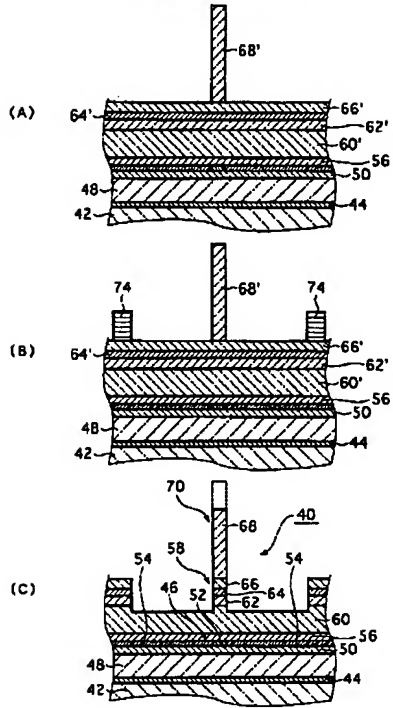
【図7】

図6の7方向矢視図



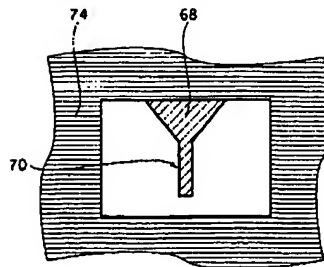
【図8】

第1実施形態の製造方法



【図9】

酸化物層のエッチングマスクを示す図



【図10】

第2実施形態の製造方法

